

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE  
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL  
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

ISHIHARA, Shoji  
No. 302, Wakai Building  
7-8, Higashi-Ikebukuro 3-chome  
Toshima-ku  
Tokyo 170-0013  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 17 May 2001 (17.05.01)		IMPORTANT NOTICE	
Applicant's or agent's file reference 76013-P-PCT			
International application No. PCT/JP00/07641	International filing date (day/month/year) 31 October 2000 (31.10.00)	Priority date (day/month/year) 11 November 1999 (11.11.99)	
Applicant SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD. et al			

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:

KR,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

EP,JP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 17 May 2001 (17.05.01) under No. WO 01/34882

**REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)**

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

**REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))**

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer  J. Zahra  Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

## TENT COOPERATION TREE

PCT

NOTIFICATION OF RECEIPT OF  
RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

ISHIHARA, Shoji  
No. 302, Wakai Building  
7-8, Higashi-Ikebukuro 3-chome  
Toshima-ku  
Tokyo 170-0013  
JAPON

<b>Date of mailing (day/month/year)</b> 20 November 2000 (20.11.00)	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
<b>Applicant's or agent's file reference</b> 76013-P-PCT	<b>International application No.</b> PCT/JP00/07641

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD. (for all designated States except US)  
TAMATSUKA, Masaro (for US)

International filing date : 31 October 2000 (31.10.00)  
Priority date(s) claimed : 11 November 1999 (11.11.99)  
Date of receipt of the record copy  
by the International Bureau : 10 November 2000 (10.11.00)  
List of designated Offices :

EP : AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE  
National : JP, KR, US

**ATTENTION**

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase  
☒ confirmation of precautionary designations  
☒ requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

<b>The International Bureau of WIPO</b> 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	<b>Authorized officer:</b>  Susumu Kubo Telephone No. (41-22) 338.83.38
---	--

## INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the "national phase" must be entered before each of the designated Offices indicated in the Notification of Receipt of Record Copy (Form PCT/IB/301) by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by the applicable national laws.

The time limit for performing these procedural acts is **20 MONTHS** from the priority date or, for those designated States which the applicant elects in a demand for international preliminary examination or in a later election, **30 MONTHS** from the priority date, provided that the election is made before the expiration of 19 months from the priority date. Some designated (or elected) Offices have fixed time limits which expire even later than 20 or 30 months from the priority date. In other Offices an extension of time or grace period, in some cases upon payment of an additional fee, is available.

In addition to these procedural acts, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. **It is the applicant's responsibility** to ensure that the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most designated Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

**For detailed information about the procedural acts to be performed to enter the national phase before each designated Office, the applicable time limits and possible extensions of time or grace periods, and any other requirements, see the relevant Chapters of Volume II of the PCT Applicant's Guide. Information about the requirements for filing a demand for international preliminary examination is set out in Chapter IX of Volume I of the PCT Applicant's Guide.**

GR and ES became bound by PCT Chapter II on 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, and may, therefore, be elected in a demand or a later election filed on or after 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, regardless of the filing date of the international application. (See second paragraph above.)

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

## CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

~~This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date. If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with an indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.~~

## REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING  
SUBMISSION OR TRANSMITTAL  
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

ISHIHARA, Shoji  
No. 302, Wakai Building  
7-8, Higashi-Ikebukuro 3-chome  
Toshima-ku  
Tokyo 170-0013  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 03 January 2001 (03.01.01)	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
Applicant's or agent's file reference 76013-P-PCT	
International application No. PCT/JP00/07641	International filing date (day/month/year) 31 October 2000 (31.10.00)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 11 November 1999 (11.11.99)
Applicant SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD. et al	

- The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
- An asterisk(\*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
11 Nove 1999 (11.11.99)	11/320507	JP	15 Dece 2000 (15.12.00)

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No. (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer</p> <p>Magda BOUACHA</p> <p>Telephone No. (41-22) 338.83.38</p>
---	---

## P C T

## 国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第40、41条)  
〔P C T 1 8 条、P C T 規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 76013-P-PCT	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0 ) 及び下記 5 を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 0 0 / 0 7 6 4 1	国際出願日 (日.月.年) 3 1 . 1 0 . 0 0	優先日 (日.月.年) 1 1 . 1 1 . 9 9
出願人 (氏名又は名称) 信越半導体株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (P C T 1 8 条) の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第47条 (P C T 規則38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. C30B29/06

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. C30B1/00-35/00

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CAS ONLINE  
 silicon, osf, ring, nitrogen

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X X	JP, 11-195565, A(住友金属工業株式会社), 21.7月. 1999(21.07.99), 2欄3-6行, 2欄43-47行, 4欄33-38行(ファミリーなし)	1, 2, 4, 5 3, 6
A	ABE T. et al.; "Dynamic behavior of intrinsic point defects in FZ and CZ silicon crystals," Mat. Res. Soc. Symp. Proc., 1992, Vol. 262, pp. 3-13, see especially page 9	1-6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.01.01

国際調査報告の発送日

30.01.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号 100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

五十棲 毅

4G

9440

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

特許協力条約に基づく国際出願

願 書

出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。

国際出願番号	受理国及び記入欄
国際出願日	PCI 31.10.00 受領印
(受付印)	
出願人又は代理人の書類記号 (希望する場合、最大12字)	76013-P-PCT

第 I 欄 発明の名称

シリコン単結晶ウェーハおよびその製造方法

097868901

第 II 欄 出願人

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

信越半導体株式会社 SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.  
〒100-0005 日本国東京都千代田区丸の内一丁目4番2号  
4-2, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005,  
JAPAN

☐ この欄に記載した者は、  
発明者でもある。

電話番号:

03-3214-1834

ファクシミリ番号:

03-3214-1883

加入電信番号:

国籍(国名): 日本国 JAPAN

住所(国名): 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である:

☐ すべての指定国

☒ 米国を除くすべての指定国

☐ 米国のみ

☐ 追記欄に記載した指定国

第 III 欄 その他の出願人又は発明者

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

玉塚正郎 TAMATSUKA Masaro  
〒379-0196 日本国群馬県安中市磯部二丁目13番1号  
信越半導体株式会社 半導体磯部研究所内  
c/o SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD., Isobe R&D Center,  
13-1, Isobe 2-chome, Annaka-shi, Gunma 379-0196, JAPAN

この欄に記載した者は  
次に該当する:

☐ 出願人のみである。

☒ 出願人及び発明者である。

☐ 発明者のみである。  
(ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと)

国籍(国名): 日本国 JAPAN

住所(国名): 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である:

☐ すべての指定国

☐ 米国を除くすべての指定国

☒ 米国のみ

☐ 追記欄に記載した指定国

☐ その他の出願人又は発明者が続葉に記載されている。

第 IV 欄 代理人又は共通の代表者、通知のあて名

次に記載された者は、国際機関において出願人のために行動する:

☒ 代理人

☐ 共通の代表者

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

8023 弁理士 石原 詔二 ISHIHARA Shoji  
〒170-0013 日本国東京都豊島区東池袋3丁目7番8号  
若井ビル302号  
No. 302, Wakai Bldg., 7-8, Higashi-Ikebukuro 3-chome;  
Toshima-ku, Tokyo 170-0013, JAPAN

電話番号:

03-5951-0791

ファクシミリ番号:

03-5951-0792

加入電信番号:

☐ 通知のためのあて名:代理人又は共通の代表者が選任されておらず、上記枠内に特に通知が送付されるあて名を記載している場合は、レ印を付す。

## 第Ⅴ欄 国の指定

規則 4.9(a)の規定に基づき次の指定を行う（該当する□にレ印を付すこと：少なくとも1つの□にレ印を付すこと）。

## 広域特許

- ☐ **AP** **ARIPO**特許：GH ガーナ Ghana, GM ガンビア Gambia, KE ケニア Kenya, LS レソト Lesotho, MW マラウイ Malawi, SD スーダン Sudan, SL シェラ・レオネ Sierra Leone, SZ スワジランド Swaziland, UG ウガンダ Uganda, ZW ジンバブエ Zimbabwe, 及びハラレプロトコルと特許協力条約の締約国である他の国
- ☐ **EA** ユーラシア特許：AM アルメニア Armenia, AZ アゼルバイジャン Azerbaijan, BY ベラルーシ Belarus, KG キルギス Kyrgyzstan, KZ カザフスタン Kazakhstan, MD モルドヴァ Republic of Moldova, RU ロシア Russian Federation, TJ タジキスタン Tajikistan, TM トルクメニスタン Turkmenistan, 及びユーラシア特許条約と特許協力条約の締約国である他の国
- ☒ **EP** ヨーロッパ特許：AT オーストリア Austria, BE ベルギー Belgium, CH and LI スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein, CY キプロス Cyprus, DE ドイツ Germany, DK デンマーク Denmark, ES スペイン Spain, FI フィンランド Finland, FR フランス France, GB 英国 United Kingdom, GR ギリシャ Greece, IE アイルランド Ireland, IT イタリア Italy, LU ルクセンブルグ Luxembourg, MC モナコ Monaco, NL オランダ Netherlands, PT ポルトガル Portugal, SE スウェーデン Sweden, 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である他の国
- ☐ **OA** **OAPI**特許：BF ブルキナ・ファソ Burkina Faso, BJ ベナン Benin, CF 中央アフリカ Central African Republic, CG コンゴ Congo, CI コートジボアール Côte d'Ivoire, CM カメルーン Cameroon, GA ガボン Gabon, GN ギニア Guinea, GW ギニア・ビサウ Guinea-Bissau, ML マリ Mali, MR モリタニア Mauritania, NE ニジェール Niger, SN セネガル Senegal, TD チャード Chad, TG トーゴ Togo, 及びアフリカ知的所有権機構のメンバー国と特許協力条約の締約国である他の国（他の種類の保護又は取扱いを求める場合には点線の上に記載する）

## 国内特許（他の種類の保護又は取扱いを求める場合には点線の上に記載する）

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> <b>AE</b> アラブ首長国連邦 United Arab Emirates                       | <input type="checkbox"/> <b>LR</b> リベリア Liberia  |
| <input type="checkbox"/> <b>AL</b> アルバニア Albania                                       | <input type="checkbox"/> <b>LS</b> レソト Lesotho   |
| <input type="checkbox"/> <b>AM</b> アルメニア Armenia                                       | <input type="checkbox"/> <b>LT</b> リトアニア Lithuania   |
| <input type="checkbox"/> <b>AT</b> オーストリア Austria                                      | <input type="checkbox"/> <b>LU</b> ルクセンブルグ Luxembourg  |
| <input type="checkbox"/> <b>AU</b> オーストラリア Australia                                   | <input type="checkbox"/> <b>LV</b> ラトヴィア Latvia  |
| <input type="checkbox"/> <b>AZ</b> アゼルバイジャン Azerbaijan                                 | <input type="checkbox"/> <b>MD</b> モルドヴァ Republic of Moldova                                   |
| <input type="checkbox"/> <b>BA</b> ボスニア・ヘルツェゴヴィナ Bosnia and Herzegovina                | <input type="checkbox"/> <b>MG</b> マダガスカル Madagascar   |
|  | <input type="checkbox"/> <b>MK</b> マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国 The former Yugoslav Republic of Macedonia |
| <input type="checkbox"/> <b>BB</b> バルバドス Barbados                                      | <input type="checkbox"/> <b>MN</b> モンゴル Mongolia   |
| <input type="checkbox"/> <b>BG</b> ブルガリア Bulgaria                                      | <input type="checkbox"/> <b>MW</b> マラウイ Malawi   |
| <input type="checkbox"/> <b>BR</b> ブラジル Brazil   | <input type="checkbox"/> <b>MX</b> メキシコ Mexico   |
| <input type="checkbox"/> <b>BY</b> ベラルーシ Belarus                                       | <input type="checkbox"/> <b>NO</b> ノルウェー Norway  |
| <input type="checkbox"/> <b>CA</b> カナダ Canada  | <input type="checkbox"/> <b>NZ</b> ニュー・ジーランド New Zealand                                       |
| <input type="checkbox"/> <b>CH and LI</b> スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein | <input type="checkbox"/> <b>PL</b> ポーランド Poland  |
| <input type="checkbox"/> <b>CN</b> 中国 China  | <input type="checkbox"/> <b>PT</b> ポルトガル Portugal  |
| <input type="checkbox"/> <b>CU</b> キューバ Cuba   | <input type="checkbox"/> <b>RO</b> ルーマニア Romania   |
| <input type="checkbox"/> <b>CZ</b> チェッコ Czech Republic                                 | <input type="checkbox"/> <b>RU</b> ロシア Russian Federation                                      |
| <input type="checkbox"/> <b>DE</b> ドイツ Germany   | <input type="checkbox"/> <b>SD</b> スーダン Sudan  |
| <input type="checkbox"/> <b>DK</b> デンマーク Denmark                                       | <input type="checkbox"/> <b>SE</b> スウェーデン Sweden   |
| <input type="checkbox"/> <b>EE</b> エストニア Estonia                                       | <input type="checkbox"/> <b>SG</b> シンガポール Singapore  |
| <input type="checkbox"/> <b>ES</b> スペイン Spain  | <input type="checkbox"/> <b>SI</b> スロヴェニア Slovenia   |
| <input type="checkbox"/> <b>FI</b> フィンランド Finland                                      | <input type="checkbox"/> <b>SK</b> スロヴァキア Slovakia   |
| <input type="checkbox"/> <b>GB</b> 英国 United Kingdom                                   | <input type="checkbox"/> <b>SL</b> シェラ・レオネ Sierra Leone  |
| <input type="checkbox"/> <b>GD</b> グレナダ Grenada  | <input type="checkbox"/> <b>TJ</b> タジキスタン Tajikistan   |
| <input type="checkbox"/> <b>GE</b> グルジア Georgia  | <input type="checkbox"/> <b>TM</b> トルクメニスタン Turkmenistan                                       |
| <input type="checkbox"/> <b>GH</b> ガーナ Ghana   | <input type="checkbox"/> <b>TR</b> トルコ Turkey  |
| <input type="checkbox"/> <b>GM</b> ガンビア Gambia   | <input type="checkbox"/> <b>TT</b> トリニダード・トバゴ Trinidad and Tobago                              |
| <input type="checkbox"/> <b>HR</b> クロアチア Croatia                                       | <input type="checkbox"/> <b>UA</b> ウクライナ Ukraine   |
| <input type="checkbox"/> <b>HU</b> ハンガリー Hungary                                       | <input type="checkbox"/> <b>UG</b> ウガンダ Uganda   |
| <input type="checkbox"/> <b>ID</b> インドネシア Indonesia                                    | <input checked="" type="checkbox"/> <b>US</b> 米国 United States of America                      |
| <input type="checkbox"/> <b>IL</b> イスラエル Israel  |  |
| <input type="checkbox"/> <b>IN</b> インド India   | <input type="checkbox"/> <b>UZ</b> ウズベキスタン Uzbekistan  |
| <input type="checkbox"/> <b>IS</b> アイスランド Iceland                                      | <input type="checkbox"/> <b>VN</b> ヴィエトナム Viet Nam   |
| <input checked="" type="checkbox"/> <b>JP</b> 日本 Japan                                 | <input type="checkbox"/> <b>YU</b> ユーゴスラヴィア Yugoslavia   |
| <input type="checkbox"/> <b>KE</b> ケニア Kenya   | <input type="checkbox"/> <b>ZA</b> 南アフリカ共和国 South Africa                                       |
| <input type="checkbox"/> <b>KG</b> キルギス Kyrgyzstan                                     | <input type="checkbox"/> <b>ZW</b> ジンバブエ Zimbabwe  |
| <input type="checkbox"/> <b>KP</b> 北朝鮮 Democratic People's Republic of Korea           |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> <b>KR</b> 韓国 Republic of Korea                     |  |
| <input type="checkbox"/> <b>KZ</b> カザフスタン Kazakhstan                                   |  |
| <input type="checkbox"/> <b>LC</b> セント・ルシア Saint Lucia                                 |  |
| <input type="checkbox"/> <b>LK</b> スリ・ランカ Sri Lanka                                    |  |

下の□は、この様式の施行後に特許協力条約の締約国となった国を指定するためのものである

- ☐ \_\_\_\_\_
- ☐ \_\_\_\_\_
- ☐ \_\_\_\_\_

指定の確證の宣言：出願人は、上記の指定に加えて、規則 4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約の下で認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、この宣言から除く旨の表示を追記欄にした国は、指定から除かれる。出願人は、これらの追加される指定が確證を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確證がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。（指定の確證は、指定を特許する通知の提出と指定手数料及び確證手数料の納付からなる。この確證は、優先日から15月以内に受理官庁へ提出しなければならない。）



## 第VI欄 優先権主張

☐ 他の優先権の主張（先の出願）が追記欄に記載される

先の出願日 (日、月、年)	先の出願番号	先の出願		
		国内出願：国名	広域出願：*広域官庁名	国際出願：受理官庁名
(1) 11.11.99	平成11年特許願 第320507号	日本国 JAPAN		
(2)				
(3)				

☐ 上記( )の番号の先の出願（ただし、本国際出願が提出される受理官庁に対して提出されたものに限る）のうち、次の( )の番号のものについては、出願書類の認証簿を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁（日本国特許庁の長官）に対して請求している。

(1)

\*先の出願が、ARIPOの特許出願である場合には、その先の出願を行った工業所有権の保護のためのパリ条約同盟国の少なくとも1ヶ国を追記欄に表示しなければならない（規則4.10(b)(ii)）。追記欄を参照。

## 第VII欄 国際調査機関

国際調査機関（ISA）の選択

先の調査結果の利用請求：当該調査の照会（先の調査が、国際調査機関によって既に実施又は請求されている場合）

出願日（日、月、年）

出願番号

国名（又は広域官庁）

ISA / J P

## 第VIII欄 照合欄：出願の言語

この国際出願の用紙の枚数は次のとおりである。

願書 ..... 3 枚  
 明細書（配列表を除く）..... 13 枚  
 請求の範囲 ..... 1 枚  
 要約書 ..... 1 枚  
 図面 ..... 5 枚  
 明細書の配列表 ..... 5 枚

合計 23 枚

この国際出願には、以下にチェックした書類が添付されている。

- |   |   |
|---|---|
| 1. <input checked="" type="checkbox"/> 手数料計算用紙              | 5. <input type="checkbox"/> 優先権書類（上記第VI欄の( )の番号を記載する）   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面 | 6. <input type="checkbox"/> 国際出願の翻訳文（翻訳に使用した言語名を記載する）   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 国際事務局の口座への振込みを証明する書面    | 7. <input type="checkbox"/> 寄託した微生物又は他の生物材料に関する書面       |
| 2. <input checked="" type="checkbox"/> 別個の記名押印された委任状        | 8. <input type="checkbox"/> スクレオチド又はアミノ酸配列表（フレキシブルディスク） |
| 3. <input type="checkbox"/> 包括委任状の写し                        | 9. <input type="checkbox"/> その他（書類名を詳細に記載する）            |
| 4. <input type="checkbox"/> 記名押印（署名）の説明書                    |   |

要約書とともに提示する図面：

図1

本国際出願の使用言語名：

日本語

## 第IX欄 提出者の記名押印

各人の氏名（名称）を記載し、その次に押印する。

石原 詔二



1. 国際出願として提出された書類の実際の受理の日

受理官庁記入欄

2. 図面

3. 国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であって

☐ 受理された

その後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）

☐ 不足図面がある

4. 特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日

5. 出願人により特定された

国際調査機関

ISA / J P

6. ☐

調査手数料未払いにつき、国際調査機関に  
調査用写しを送付していない

国際事務局記入欄

記録原本の受理の日

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2001年5月17日 (17.05.2001)

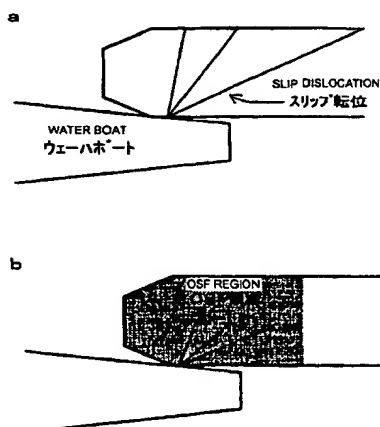
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/34882 A1

- (51) 国際特許分類: C30B 29/06 (TAMATSUKA, Masaro) [JP/JP]; 〒379-0196 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越半導体株式会社 半導体磯部研究所内 Gunma (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/07641
- (22) 国際出願日: 2000年10月31日 (31.10.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願平 11/320507  
1999年11月11日 (11.11.1999) JP
- (74) 代理人: 弁理士 石原詔二 (ISHIHARA, Shoji); 〒170-0013 東京都豊島区東池袋3丁目7番8号 若井ビル 302号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): JP, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越半導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目4番2号 Tokyo (JP).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 玉塚正郎
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: SILICON SINGLE CRYSTAL WAFER AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: シリコン単結晶ウェーハおよびその製造方法



(57) Abstract: A silicon single crystal wafer which is improved in a slip resistance at a portion where a CZ silicon single crystal wafer to be heat-treated contacts a heat-treating boat, and which is obtained by a very simple and low-cost method. The silicon single crystal wafer is obtained by pulling up, under a condition that an OSF ring region is formed at the outer peripheral portion of a silicon single crystal rod, the silicon single crystal rod that is grown by a Czochralski method, whereby at least a portion, where the silicon single crystal wafer contacts the boat, consists of the OSF ring region at heat treating.

WO 01/34882 A1



---

(57) 要約:

熱処理工程に供されるCZシリコン単結晶ウェーハが熱処理ボートと接触する部分の耐スリップ性を向上させたシリコン単結晶ウェーハを極めて簡便かつ低コストな方法で提供する。チョクラルスキー法によりシリコン単結晶棒を育成する際に、OSFリング領域がシリコン単結晶棒の外周部に形成される条件で引上げてシリコン単結晶ウェーハに加工することにより、熱処理時に少なくともシリコン単結晶ウェーハとボートが接触する部位がOSFリング領域となるシリコン単結晶ウェーハを得る。

## 明 細 書

## シリコン単結晶ウェーハおよびその製造方法

## 5 技術分野

本発明は、シリコン単結晶ウェーハおよびその製造方法に関し、特に熱処理工程で発生しやすいスリップ転位の成長を抑制することができるシリコン単結晶ウェーハおよびその製造方法に関する。

## 10 背景技術

L S I等の集積回路は、主にチョクラルスキー法（C Z法）と呼ばれる引上げ方法により作製されたシリコン単結晶ウェーハを用い、多数の製造工程を施して作製される。その製造工程の一つに熱処理工程がある。熱処理工程は、例えばウェーハ表層への酸化膜形成、不純物拡散、無欠陥層やゲッタリング層の形成などが行われる非常に重要な工程である。

この熱処理工程で用いられ、一度に多数枚のウェーハを熱処理することができる、いわゆるバッチ式の抵抗加熱式熱処理炉として横型炉と縦型炉がある。横型炉は、ウェーハを保持するためのポートと呼ばれる治具にウェーハをほぼ垂直に載置した状態で炉内に挿入して熱処理するタイプであり、縦型炉はポートにウェーハを水平に載置した状態で炉内に挿入して熱処理するタイプのものである。

熱処理工程における問題点の一つとしてスリップ転位の発生がある。スリップ転位とは、熱処理工程中の熱応力により結晶がすべり変形することによりウェーハ表面に段差を生ずる欠陥であり、このようなスリップ転位がウェーハ表面に発生すると、ウェーハの機械的強度が低下するだけでなく、接合リーク等、デバイス特性に悪影響を及ぼすので極力低減することが望ましい。

前記のようなバッチ式の熱処理炉を用いて熱処理を行うと、熱処理炉へのウェーハの出し入れ時や炉内での昇降温時にウェーハ面内に温度分布が発生し、この温度分布により応力が生ずる。そして、この応力がある一定の臨界値を超えた場合にスリップ転位が発生する。この場合、ウェーハはポート上に載置されているので、ウェーハの自重がポートとの接触部分に集中しやすくなるため、その接触部分に作用する応力が大きくなり、スリップ転位が発生しやすくなる。特にウェーハが大口径になると、ウェーハの自重が大きくなるのでその影響は大きい。

一方、前記のバッチ式熱処理炉のほか、ランプ加熱等を利用した枚葉式の熱処理炉である R T A (Rapid Thermal Annealing) 装置が熱処理工程に用いられる場合もある。この種の装置の場合、枚葉処理であり、昇降温速度が極めて速く、バッチ炉に比べてウェーハ面内の温度分布が発生しにくいので、大口径ウェーハの熱処理において特に有効であるが、ウェーハを載置する治具との接触部でウェーハの自重による応力が集中しスリップ転位が発生しやすいという現象はバッチ炉と同様である。

このようなスリップ転位の発生を抑制するため、従来は主として2つの観点から改善が計られてきた。その一つは、ウェーハとポートとの接触部にかかる応力を減じようとするもので、ポートの形状を改善することで応力の集中を回避しようとするものである。例えば、特開平9-251961号公報に開示された技術は、縦型熱処理用ポートのウェーハ載置部の角度をウェーハの自重による撓みに対応した形状にすることにより、ウェーハとポートの接触部を点接触から面接触になるようにして応力の集中を防止するものである。

もう一つの観点は、熱処理工程中に生ずるウェーハの面内の温度分布を低減しようとするものであり、熱処理条件を改良するものである。例えば、特開平7-235507号公報に記載されている技術は、熱処理の昇降温時に通常用いられていた窒素やアルゴンに比べて熱伝導率が高い水素やヘリウムを用いる

ことでウェーハへの熱伝導を活発にし、ウェーハ面内の温度差を低減しようとするものである。また、特開平 7-312351 号公報においては、高温になるほど昇降温速度を低下させることでスリップ転位の発生を防ぐことが提案されている。

5      これら二つの観点からのアプローチとしては、上記の例に止まらず、その他にも多数知られており、これらは熱処理工程でのスリップ転位を抑制することに関してそれなりの効果はあるものの、デバイス作製工程中で施される多種多様な熱処理工程の全てに対して万全であるかといえ、必ずしもそうは言えず、コスト的な問題で実用化が困難な場合もあった。

10      一方、スリップ転位の発生を抑制するための前記した二つのアプローチのほか、最近ではウェーハ自体の特性を改良し、耐スリップ性を向上させる試みがなされている。例えば、特開平 9-227290 号公報では、CZ 法により引き上げられた単結晶棒から作製されたシリコン単結晶ウェーハの外周部の酸素濃度が中央部に比べて低いことがスリップ転位発生の一つの要因であることに  
15      着目し、外周部の酸素濃度が中央部の酸素濃度の 95% 以上となる様なウェーハを提案しており、そのウェーハの製造方法として、製品ウェーハの直径よりも 10 mm 以上大きな直径の単結晶棒を引き上げて目標径に削り込む方法が記載されている。

20      また、特開平 9-190954 号公報では、低酸素濃度の CZ ウェーハに関して、スリップ転位が発生しやすい外周 10 mm 以下の範囲に多面体の酸素析出物を所定密度に形成すればスリップ転位の発生を抑制できることが記載されている。

25      そして、その酸素析出物を所定密度に発生させるため、外周 10 mm 以下の範囲に酸素をイオン注入し、窒素ガス雰囲気中で 2 段階の熱処理を施す技術を開示している。

しかしながら、これらの技術はウェーハ自体の特性を改良する技術であるの

で、全ての熱処理工程で効果が得られる可能性があるが、いずれも簡便性、コスト性が十分とは言えず実用性に欠けるものであった。すなわち、特開平 9-227290 号公報に記載された技術では、シリコン単結晶棒のロスが多くなり、加工に要する時間が余分に必要となり、特開平 9-190954 号公報の  
5 技術にあつては、イオン注入および 2 段階の熱処理という付加工程が必要とされるものであった。

本発明は上記課題に鑑みなされたものであつて、熱処理工程に供される C Z シリコン単結晶ウェーハが熱処理ボートと接触する部分の耐スリップ性を向上させたシリコン単結晶ウェーハを極めて簡便かつ低コストな方法で提供すること  
10 とを目的としている。

#### 発明の開示

上記目的を達成するため、本発明のシリコン単結晶ウェーハは、チョクラルスキー法により作製されたシリコン単結晶ウェーハであつて、該シリコン単結  
15 晶ウェーハを熱処理するためボートに載置する際に、少なくとも該シリコン単結晶ウェーハとボートが接触する部位が O S F リング領域からなることを特徴とするシリコン単結晶ウェーハである。このように、ウェーハとボートが接触する部位が O S F リング領域からなるシリコン単結晶ウェーハであれば、一旦、  
20 接触部でスリップ転位が発生しても、ウェーハ内部（バルク部）でスリップ転位の成長がストップするため、ウェーハ表面には到達せず、ウェーハ表面側のデバイス領域に影響を及ぼすことがない。

また、O S F リング領域はシリコン単結晶ウェーハの外周から 10 mm 以下の範囲であることが好ましい。10 mm より内側まで O S F リング領域があると、特性に優れたデバイスの作製可能な面積が減少し、十分な数量のデバイス  
25 が作製できなくなる場合があるからである。縦形炉の場合にはウェーハとボートとの接触部は最大で外周部から約 8 mm のところにあるので、O S F リング

の位置が外周から10mm程度のところであればスリップ転位の成長を抑制する効果がある。一方、横形炉の場合にはウェーハとボートとの接触部は最大でも外周部から3mm程度であり、OSFリングの位置は外周から5mm程度であってもスリップ転位の成長を抑制する効果がある。

- 5      さらに、シリコン単結晶ウェーハの窒素濃度が $1 \times 10^{10} \sim 5 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ であることが好ましい。このように窒素を含有したウェーハであれば、窒素の効果により酸素析出物のサイズが縮小し密度が増加するため、スリップ転位の抑制にはより効果的となるからである。

- 10      尚、酸素析出物の密度を増加させるためには窒素濃度を $1 \times 10^{10} / \text{cm}^3$ 以上にするのが望ましく、シリコン単結晶の単結晶化の妨げにならないようにするためには、 $5 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ 以下とするのが好ましいが、スリップ転位抑制に関してより好適な濃度範囲は $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ である。

- 15      このようなシリコン単結晶ウェーハを作製するため、本発明のシリコン単結晶ウェーハの製造方法は、チョクラルスキー法によりシリコン単結晶棒を育成する際に、OSFリング領域がシリコン単結晶棒の外周部に形成される条件で  
引上げ、該シリコン単結晶棒をスライスしてシリコン単結晶ウェーハを作成することを特徴とするシリコン単結晶ウェーハの製造方法である。

- 20      そして、その具体的な引上げ条件としては、引上げ速度を $F [\text{mm}/\text{min}]$ とし、シリコンの融点から $1400^\circ\text{C}$ の間の引上げ軸方向の結晶内温度勾配の  
平均値を $G [^\circ\text{C}/\text{mm}]$ で表した時、結晶中心から結晶周辺方向への距離 $[\text{mm}]$ を横軸とし、 $F/G [\text{mm}^2/^\circ\text{C} \cdot \text{min}]$ の値を縦軸として欠陥分布を示した欠陥分布図のOSFリング領域が結晶の外周部に位置する条件とすることができる。

- 25      また、前記チョクラルスキー法によりシリコン単結晶棒を育成する際に、窒素を $1 \times 10^{10} \sim 5 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ の範囲でドーピングしながら結晶を引き上げれば、窒素が $1 \times 10^{10} \sim 5 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ の範囲でドーピングされシリコン単結晶



ウェーハを製造することができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明に係るウェーハとボートの接触部におけるスリップ転位の発生状況を模式的に示した図である。

図 2 は、本発明の実施例および比較例における X 線トポグラフの結果を示す模式図である。

図 3 は、結晶の引上げ速度を変えた時の O S F リング領域の発生状況を模式的に示した図である。

10 図 4 は、本発明のシリコン単結晶引上げ時における、結晶中心から結晶周辺までの距離を横軸とし、 $F/G$  の値を縦軸とした場合の欠陥分布図である。

図 5 は、本発明で使用した C Z 法による単結晶引上げ装置の概略説明図である。

#### 15 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について説明する。

本発明者は、さまざまな引上げ条件で作製されたシリコン単結晶ウェーハに対して熱処理を加え、主にボートとの接触部から発生するスリップ転位について調査したところ、ボートとの接触部が O S F リング領域に包含されているウェーハはスリップ転位の発生が少なく、発生していたとしても、接触部の反対側の面であるウェーハ表面にまで到達していないことを知見し、本発明を完成させたものである。

ここで、O S F リング領域について説明する。

25 C Z 法で引き上げられたシリコン単結晶棒から作製された C Z ウェーハを酸化処理すると、O S F (Oxidation-Induced Stacking Fault、酸化誘起積層欠陥) と呼ばれる欠陥がリング状に発生する

ことがある。この領域をOSFリング領域と呼び、結晶成長中にこの領域に導入された微小な酸素析出物（～30nm）が核となり、その後の酸化処理により格子間シリコンがこの核に凝集し、OSFとして顕在化するものと考えられている。

- 5 図3は、結晶の引上げ速度を変えた時のOSFリング領域の発生状況を模式的に示したものである。図3によれば、引上げ速度を減少させるとリング径は小さくなり、やがて結晶の中心にて消滅することがわかる（篠山 他、応用物理第60巻 第8号（1991） p. 766～p. 773）。

従って、OSFリング領域の発生状況は結晶成長条件に依存しており、結晶  
10 成長条件を制御すれば所望の位置にOSFリング領域を形成することができることがわかる。

尚、最近の研究によれば、図3におけるOSFリング領域を挟んだ上下の位置（OSFリング領域の内側および外側）に、N-領域と呼ばれる、空孔や格子間シリコンに起因する結晶欠陥がない（極めて少ない）領域が存在することが確認されている（特開平11-147786号公報参照）。また、OSFリ  
15 ング領域の内側のN-領域のさらに内側（引き上げ速度が高速側）は空孔起因の欠陥が多いV-リッチ領域と呼ばれ、OSFリング領域の外側のN-領域のさらに外側（引き上げ速度が低速側）は格子間シリコン起因の欠陥が多いI-リッチ領域とよばれている（図4）。

- 20 図1は本発明の概念を簡潔に表現したものであり、ウェーハとボートの接触部におけるスリップ転位の発生状況を模式的に示したものである。

図1（a）はOSFリング領域のないウェーハの場合を示しており、接触部で発生したスリップ転位がウェーハ表面まで達している。一方、図1（b）は、OSFリング領域内に接触部が位置する場合であり、接触部でスリップ転位が  
25 発生しても、そのスリップ転位がウェーハ表面まで到達しないことを示している。図1は縦形炉の場合について示したものだが、横形炉の場合でも同様にボ

ートとの接触部がOSFリング領域内に位置していればスリップ転位の成長を抑制する効果がある。

このように、OSFリング領域でスリップ転位が発生しにくい、或いは発生したとしてもウェーハ内部でスリップ転位の成長がストップするため、ウェーハ表面側まで到達しにくい理由は明らかではないが、OSFリング領域には前述のようにOSF核となる微小な酸素析出物が存在すること及び、領域全体に過剰な格子間シリコンが含まれていると言われていること（阿部孝夫著、培風館発行、シリコン—結晶成長とウェーハ加工—、p. 296）などから、これらの酸素析出物や格子間シリコンが関与しているものと考えられる。

また、シリコン単結晶中に窒素をドーブするとシリコン中の原子空孔の凝集が抑制され結晶欠陥のサイズが縮小されること、および、酸素析出を助長させる効果があることが知られている。従って、前記OSFリング領域を、窒素をドーブしながら外周部に形成すれば、ウェーハ外周部においてOSF核となる微小な酸素析出物の密度を高めることができ、これによりスリップ転位の抑制効果が高められると考えられる。

次に、本発明で使用するCZ法による単結晶引上げ装置の構成例を図5により説明する。図5に示すように、この単結晶引上げ装置30は、引上げ室31と、引上げ室31中に設けられたルツボ32と、ルツボ32の周囲に配置されたヒータ34と、ルツボ32を回転させるルツボ保持軸33及びその回転機構（図示せず）と、シリコンの種結晶5を保持するシードチャック6と、シードチャック6を引上げるワイヤ7と、ワイヤ7を回転又は巻き取る巻取機構（図示せず）を備えて構成されている。ルツボ32は、その内側のシリコン融液（湯）2を収容する側には石英ルツボが設けられ、その外側には黒鉛ルツボが設けられている。また、ヒータ34の外側周囲には断熱材35が設置されている。

また、本発明の製造方法に関わる製造条件を設定するために、結晶の固液界

面の外側に環状の固液界面断熱材 8 を設け、その上に上部囲繞断熱材 9 が配置されている。この固液界面断熱材 8 は、その下端とシリコン融液 2 の湯面との間に 3 ～ 5 c m の隙間 1 0 を設けて設置されている。上部囲繞断熱材 9 は条件によっては使用しないこともある。さらに、冷却ガスを吹き付けたり、輻射熱を遮って単結晶を冷却する不図示の筒状の冷却装置を設けてもよい。

別に、最近では引上げ室 3 1 の水平方向の外側に、図示しない磁石を設置し、シリコン融液 2 に水平方向あるいは垂直方向等の磁場を印可することによって、融液の対流を抑制し、単結晶の安定成長をはかる、いわゆる M C Z 法が用いられることも多い。

10 次に、上記の単結晶引上げ装置 3 0 による単結晶育成方法について説明する。

まず、ルツボ 3 2 内でシリコンの高純度多結晶原料を融点（約 1 4 2 0 °C）以上に加熱して融解する。この際、窒素をドープする場合には、例えば窒化膜付きシリコンウェーハを投入しておく。次に、ワイヤ 7 を巻き出すことにより融液 2 の表面略中心部に種結晶 5 の先端を接触又は浸漬させる。その後、ルツボ保持軸 3 3 を適宜の方向に回転させるとともに、ワイヤ 7 を回転させながら巻き取り、種結晶 5 を引き上げることにより、単結晶育成が開始される。以後、引上げ速度と温度を適切に調節することにより略円柱状の単結晶棒 1 を得ることができる。

本発明においては、前述の O S F リング領域と呼ばれる領域が単結晶棒 1 の外周部に形成される様に引上げ条件を制御する。例えば、図 5 のように単結晶の引上げ速度を変化させることにより O S F リング領域の発生位置が制御できる様な特定の炉内構造を有する単結晶引上げ装置を用いた場合には、引上げ速度をコントロールして O S F リング領域が単結晶の外周部に発生する様にすればよい。O S F リング領域はウェーハの外周から 1 0 m m 以下の範囲となるようにすることが好ましい。

しかし、単に引上げ速度をコントロールして結晶外周部のみに O S F リング

領域を安定して発生させるためには、引上げ速度の厳密なコントロールが必要となる。そこで、上記の様に断熱材を用いたり冷却装置を使用したりして炉内構造を調整し引上げ結晶の固液界面付近の温度勾配を制御すれば、図3におけるOSF領域の発生分布を変化させることができる。この様な場合、図4のよう

5 　　うに引上げ速度を $F[\text{mm}/\text{min}]$ とし、シリコンの融点から $1400^{\circ}\text{C}$ の間の引上げ軸方向の結晶内温度勾配の平均値を $G[^{\circ}\text{C}/\text{mm}]$ で表した時、 $F/G[\text{mm}^2/^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}]$ の値をパラメータとすれば、OSFリング領域が結晶の外周部に位置する条件を余裕のある制御幅で制御することが可能になる。

10 　　以上の様にしてOSFリング領域が結晶の外周部に位置する単結晶棒を引上げ、これを通常のウェーハ加工プロセスによりウェーハに加工すれば、その後の熱処理工程においてボートとの接触が発生しやすいウェーハ外周部にOSFリング領域を有するウェーハが得られる。

すなわち、結晶引上げ時のOSFリング領域の発生位置をコントロールするだけでスリップ転位の発生を抑制することができるウェーハを得ることができるので、加工ロスや追加工程を増やす必要がなく、コスト的で非常に有効である。

15

以下、本発明の具体的な実施の形態について実施例を挙げて説明するが本発明はこれらに限定されるものではない。

#### (実施例1)

20 　　図5に示した引上げ装置30で、20インチ石英ルツボに原料多結晶シリコンをチャージし、直径6インチ、方位 $\langle 100 \rangle$ 、導電型p型のシリコン単結晶棒を引き上げた。この際、結晶中心部での $F/G$ 値を $0.25 \sim 0.33 \text{ mm}^2/^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}$ の範囲で制御し、結晶の外周から約10mm以内の位置にOSFリング領域を形成した。また、窒化膜付きウェーハを原料多結晶中にチャージすることにより、引上げ結晶中の窒素濃度が計算上、 $5 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{14} / \text{cm}^3$ となるように制御した。

25

ここで得られた単結晶からウェーハを切り出し、通常のウェーハ加工工程を施し鏡面ウェーハを作製した。この鏡面ウェーハを縦型炉に投入し、 $1150^{\circ}\text{C}$ 、1時間のアルゴン雰囲気での熱処理を施し、さらに、 $800^{\circ}\text{C}$ 、4時間（窒素雰囲気）  
+  $1000^{\circ}\text{C}$ 、16時間（乾燥酸素雰囲気）のデバイス作製を模した熱処理を施した  
5 後、X線トポグラフィーによりスリップ転位の有無とOSFリング領域の位置を確認した。 $1150^{\circ}\text{C}$ 、1時間のアルゴン雰囲気での熱処理は、入出炉温度を $850^{\circ}\text{C}$ 、ポート速度を $15\text{ cm/min}$ 、昇温速度 $10^{\circ}\text{C/min}$ 、降温速度 $5^{\circ}\text{C/min}$ で行い、デバイス作製を模した熱処理では $1000^{\circ}\text{C}$ の熱処理後に $800^{\circ}\text{C}$ まで降温して炉から取出した。熱処理には石英製のポートを用いた。OSFリング  
10 領域の位置の確認は、OSFリング領域で酸素析出が他の部分よりも起こりにくいことから、酸素析出のパターンを判断して確認した。その結果を図2（a）に模式図として示した。図2（a）に示した様にスリップ転位は全く観察されなかった。  
尚、OSFリング領域はウェーハ外周部から $10\text{ mm}$ 弱まで形成されていた。

#### （実施例2）

- 15 図5に示した引上げ装置30で、20インチ石英ルツボに原料多結晶シリコンをチャージし窒素をドープせずに、直径6インチ、方位 $\langle 100 \rangle$ 、導電型p型のシリコン単結晶棒を引き上げた。この際、結晶中心部での $F/G$ 値を $0.18 \sim 0.22\text{ mm}^2/^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}$ の範囲で制御し、結晶の外周から約 $10\text{ mm}$ 以内の位置にOSFリング領域を形成した。
- 20 ここで得られた単結晶からウェーハを切り出し、通常のウェーハ加工工程を施し鏡面ウェーハを作製した。この鏡面ウェーハに対し実施例1と同一の熱処理を加え、X線トポグラフィーによる観察を行い、その結果を図2（b）に記載した。
- 25 その結果、ポートとの接触部から約 $7\text{ mm}$ の長さのスリップ転位が発生していることがわかった。X線トポグラフィー観察後のウェーハをフッ酸、硝酸系の選択エッチング液でエッチング後、光学顕微鏡によりウェーハ表面を観察してスリップ転位

のビットの有無を確認したが、スリップ転位のビットは観察されず、スリップ転位がウェーハ表面には到達してないことが確認された。尚、OSFリング領域はウェーハ外周部から10mm弱まで形成されていた。

(比較例1)

- 5 図5に示した引上げ装置30で、20インチ石英ルツボに原料多結晶シリコンをチャージし窒素をドープせずに、直径6インチ、方位<100>、導電型p型のシリコン単結晶棒を引き上げた。この際、成長速度Fを約1.6mm/minとしてOSFリング領域が発生しない条件で単結晶棒を引き上げた。

- 10 ここで得られた単結晶からウェーハを切り出し、通常のウェーハ加工工程を施し鏡面ウェーハを作製した。この鏡面ウェーハに対し実施例1と同一の熱処理を加え、X線トポグラフィーによる観察を行い、その結果を図2(c)に記載した。

- その結果、ボートとの接触部から約15mmの長さのスリップ転位が発生していることがわかった。実施例2と同様に選択エッチングを行い、ウェーハ表面を光学顕微鏡により観察したところ、スリップ転位のビットが観察され、スリップ転位がウェーハ表面に到達していることが確認された。

- 図2の結果より、ウェーハとボートとの接触部位がOSFリング領域からなるウェーハであれば、スリップ転位の発生しやすい高温の熱処理を行っても、スリップ転位が全く発生しないか、少なくともスリップ転位の成長を抑制することができることがわかる。

(実施例3、実施例4、比較例2)

- 25 実施例1および2と比較例1で用いたのと同じシリコン単結晶から作製した鏡面ウェーハを用いて横形炉による熱処理を行った。熱処理は、実施例1と同様の1150℃、1時間のアルゴン雰囲気での熱処理後に、800℃、4時間(窒素雰囲気)+1000℃、16時間(乾燥酸素雰囲気)のデバイス作製を模した熱処理を施した。1150℃、1時間のアルゴン雰囲気での熱処理は、入出炉温度を95

0℃、ポート速度を15 cm/min、昇温速度6℃/min、降温速度3℃/minで行い、デバイス作製を模した熱処理では1000℃の熱処理後に800℃まで降温して炉から取出した。熱処理には石英製のポートを用いた。

熱処理を施したウェーハのスリップ転位の有無とOSFリング領域の位置を  
5 X線トポグラフィーにより確認した。

実施例1に用いたのと同じシリコン単結晶から作製したウェーハ（実施例3）ではスリップ転位は全く観察されなかった。

実施例2に用いたのと同じシリコン単結晶から作製したウェーハ（実施例4）では、ポートとの接触部から約4mmの長さのスリップ転位が発生していたが、実施  
10 例2と同様に選択エッチングを行って光学顕微鏡でウェーハ表面を観察したところ、ポートとの接触部近辺には若干のビットが存在したが、ウェーハ外周部より2mm以上内側の部分にはスリップ転位のビットは観察されず、OSFリング領域によるスリップ転位成長の抑制効果が確認された。尚、実施例3と4のウェーハでは、OSFリング領域はウェーハ外周部から10mm弱まで形成されていた。

15 比較例1に用いたのと同じシリコン単結晶から作製したウェーハ（比較例2）では、ポートとの接触部から約20mmの長さのスリップ転位が発生していた。実施例2と同様に選択エッチングを行い、ウェーハ表面を光学顕微鏡により観察したところ、X線トポグラフィーで観察された部分にスリップ転位のビットが観察された。

20

#### 産業上の利用可能性

本発明によれば、様々な熱処理工程に供されるシリコン単結晶ウェーハが熱処理ポートと接触する部分において発生しやすいスリップ転位を簡便な方法で抑制させることができ、しかも加工ロスや追加工程を増やす必要がないため、  
25 低コストでスリップ耐性の高いシリコン単結晶ウェーハを提供することができるため、産業上の利用価値は高い。



## 請 求 の 範 囲

1. チョクラルスキー法により作製されたシリコン単結晶ウェーハであって、  
該シリコン単結晶ウェーハを熱処理するためボートに載置する際に、少なくと  
5 も該シリコン単結晶ウェーハとボートが接触する部位がOSFリング領域から  
なることを特徴とするシリコン単結晶ウェーハ。

2. 前記OSFリング領域が前記シリコン単結晶ウェーハの外周から10mm  
以下の範囲であることを特徴とする請求項1記載のシリコン単結晶ウェーハ。

3. 前記シリコン単結晶ウェーハの窒素濃度が $1 \times 10^{10} \sim 5 \times 10^{15} / \text{cm}^3$   
10 であることを特徴とする請求項1または請求項2記載のシリコン単結晶ウェー  
ハ。

4. チョクラルスキー法によりシリコン単結晶棒を育成する際に、OSFリン  
グ領域がシリコン単結晶棒の外周部に形成される条件で引上げ、該シリコン単  
結晶棒をスライスしてシリコン単結晶ウェーハを作成することを特徴とするシ  
15 リコン単結晶ウェーハの製造方法。

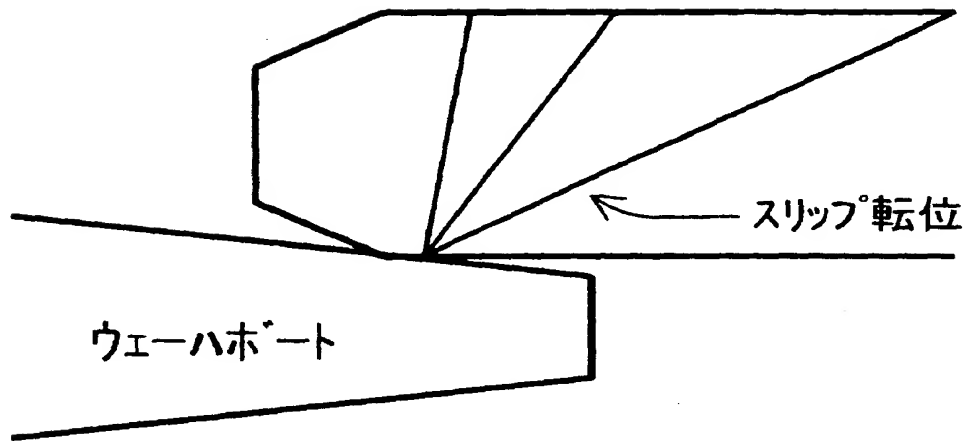
5. 前記OSFリング領域がシリコン単結晶棒の外周部に形成される条件は、  
引上げ速度を $F[\text{mm}/\text{min}]$ とし、シリコンの融点から $1400^\circ\text{C}$ の間の引  
上げ軸方向の結晶内温度勾配の平均値を $G[^\circ\text{C}/\text{mm}]$ で表した時、結晶中心か  
らの距離 $[\text{mm}]$ を横軸とし、 $F/G[\text{mm}^2/^\circ\text{C} \cdot \text{min}]$ の値を縦軸として欠陥  
20 分布を示した欠陥分布図のOSFリング領域が結晶の外周部に位置する条件で  
あることを特徴とする請求項4記載のシリコン単結晶ウェーハの製造方法。

6. 前記チョクラルスキー法によりシリコン単結晶棒を育成する際に、窒素を  
 $1 \times 10^{10} \sim 5 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ の範囲でドーブしながら結晶を引き上げるこ  
とを特徴とする請求項4または請求項5記載のシリコン単結晶ウェーハの製造方  
25 法。

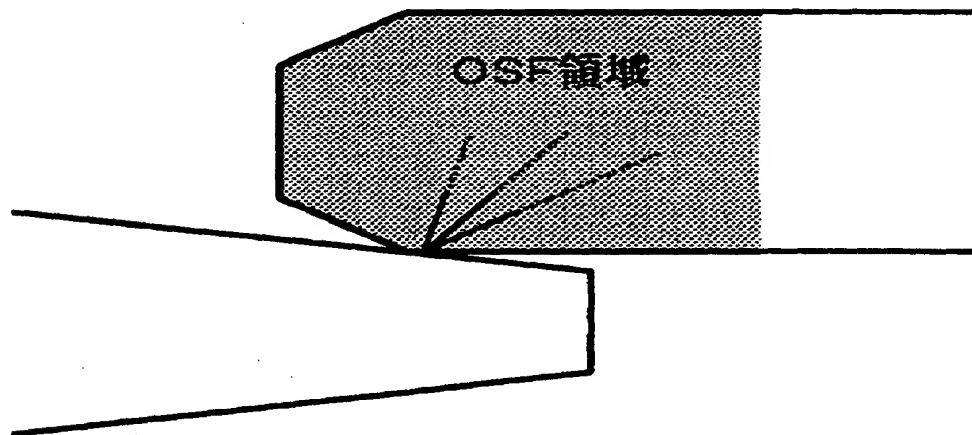
1/5

図 1

(a)



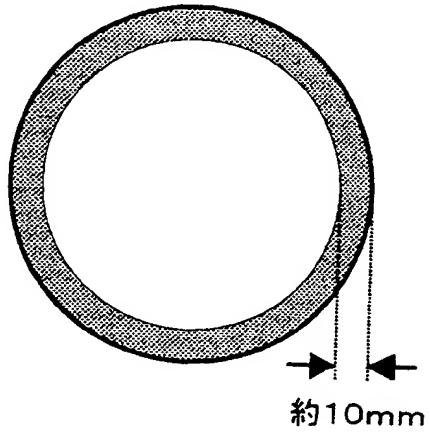
(b)



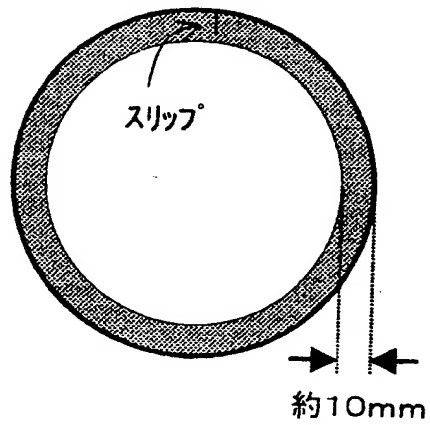
2/5

図 2

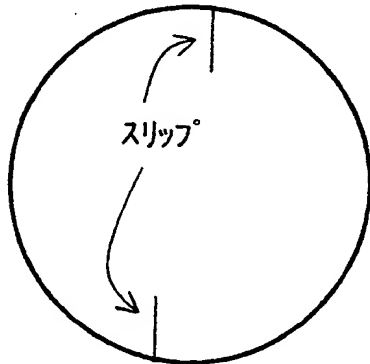
(a) 窒素ドーピング、OSFあり



(b) 窒素ノンドーピング、OSFあり

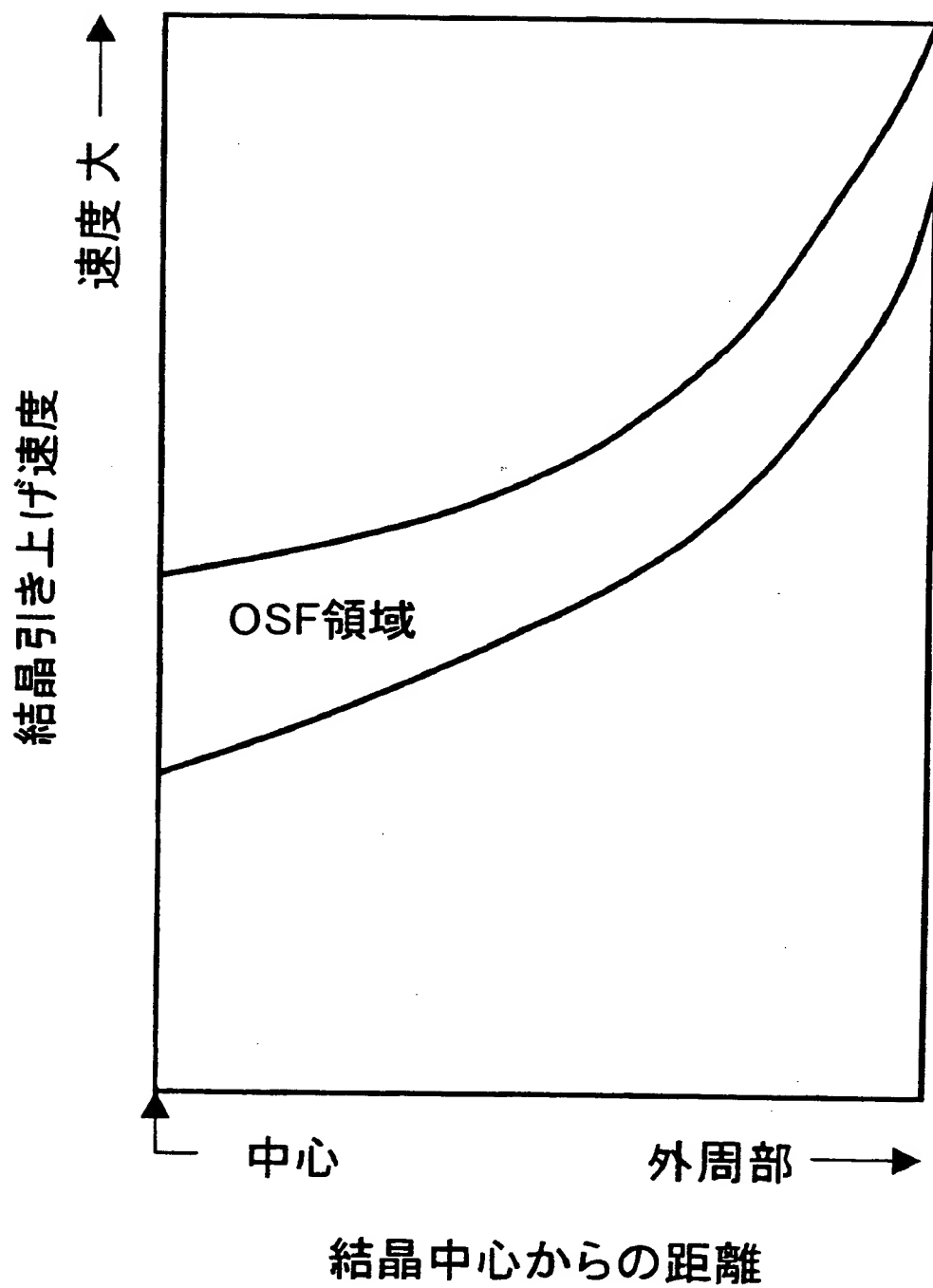


(c) 窒素ノンドーピング、OSFなし



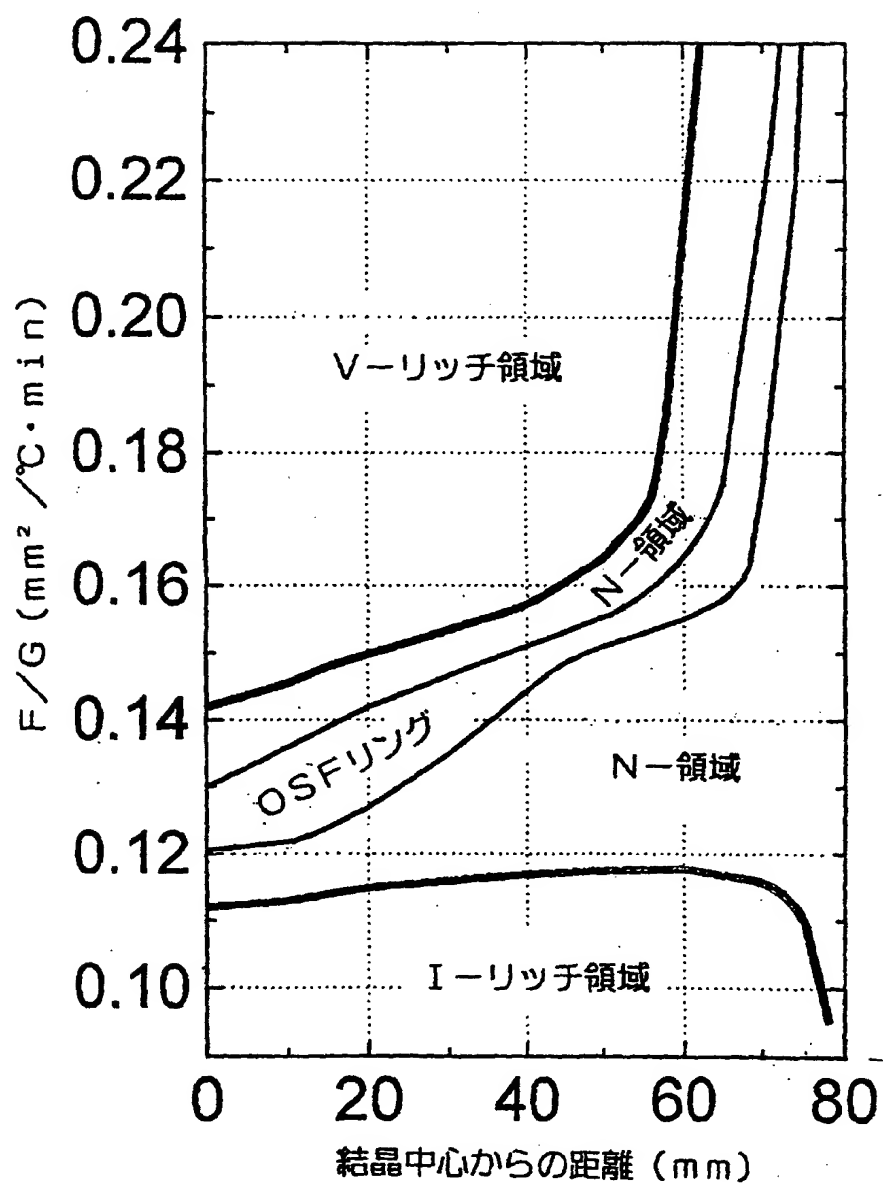
3/5

図 3



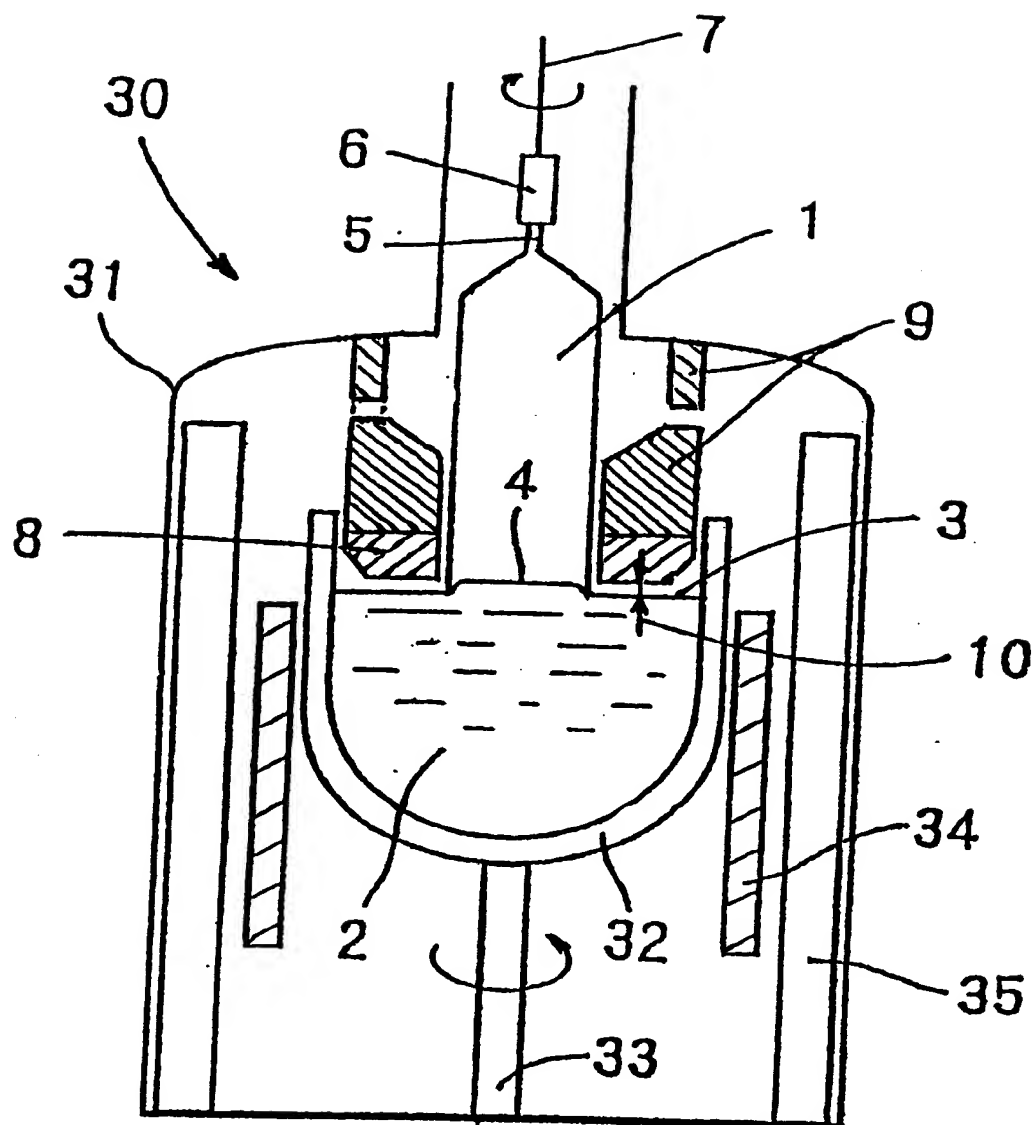
4/5

図 4



5/5

図 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> C30B29/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> C30B1/00-35/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CAS ONLINE  
silicon, osf, ring, nitrogen

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 11-195565, A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 21 July, 1999 (21.07.99), Column 2, lines 3 to 6; Column 2, lines 43 to 47;	1, 2, 4, 5
X	Column 4, lines 33 to 38 (Family: none)	3, 6
A	ABE T. et al., "Dynamic behavior of intrinsic point defects in FZ and CZ silicon crystals," Mat. Res. Soc. Symp. Proc., 1992, Vol. 262, pp. 3-13, see especially page 9	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not  
considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing  
date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is  
cited to establish the publication date of another citation or other  
special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other  
means

"P" document published prior to the international filing date but later  
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or  
priority date and not in conflict with the application but cited to  
understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered novel or cannot be considered to involve an inventive  
step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered to involve an inventive step when the document is  
combined with one or more other such documents, such  
combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 January, 2001 (15.01.01)

Date of mailing of the international search report  
30 January, 2001 (30.01.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.